



## NAŠI ŠTUDENTI NA ŠKOLOVANJU U INOZEMSTVU

### Ines Marušić u Velikoj Britaniji

Željko Hanjš

Ovo je prvi članak o iskustvima naših studenata matematike u inozemstvu. Nadamo se da će biti nekoliko članaka na tu temu. Serijom tih članaka željeli bismo svima zainteresiranima za studije u inozemstvu predočiti iskustva studenata koji su prošli čitav put od skupljanja informacija, prijave, privikavanja na život u drugoj sredini, te samog studiranja matematike, odnosno računarstva. Zamolili smo za razgovor studenticu Ines Marušić iz Zagreba koja je pokazala poseban interes za matematiku još u osnovnoj i srednjoj školi, zatim na preddiplomskom studiju matematike na Prirodoslovno-matematičkom fakulteta u Zagrebu, te na diplomskom studiju računarstva na Sveučilištu Oxford u Velikoj Britaniji.

#### Molimo Vas da ukratko opišete vaše školovanje u Hrvatskoj.

Osnovnu školu pohađala sam u Zagrebu, gdje sam u četvrtom razredu krenula na natjecanja iz matematike. Te godine plasirala sam se na Regionalno natjecanje, te me je to motiviralo da nastavim s natjecanjima iz matematike u narednim godinama. U osmom razredu osvojila sam prvu nagradu na Državnom natjecanju iz matematike, što mi je omogućilo izravan upis u zagrebačku Petu gimnaziju. Tamo sam postala članom napredne grupe iz matematike koja se pripremala za natjecanja pod izvrsnim vodstvom prof. Mirele Kurnik i, tada studenata, Dijane Kreso i Rudija Mrazovića. Tijekom srednje škole sudjelovala sam na brojnim državnim i međunarodnim natjecanjima iz matematike, poput Srednjoeuropske matematičke olimpijade i Međunarodne matematičke olimpijade. Uz to sam sudjelovala na natjecanjima iz logike i fizike.

Godine 2008. upisala sam Preddiplomski studij Matematike na zagrebačkom PMF-u. Tijekom studija bila sam demonstrator iz raznih kolegija, uključujući Vjerojatnost, Programiranje 1 & 2, Numeričku i Elementarnu matematiku. Preddiplomski studij Matematike završila sam 2011. godine.

#### Kako je tekao nastavak studija u inozemstvu? Recite neke informacije koje bi mogle zanimati mladog čovjeka koji razmišlja o studiju u inozemstvu.

Godine 2011. upisala sam magisterij tj. diplomski studij iz matematike i računarstva na Sveučilištu Oxford u Velikoj Britaniji. Taj program se fokusira na presjek matematike i teorijskog računarstva, a meni je bio od posebnog interesa jer je bilo mnogo predmeta vezanih uz primjenu vjerojatnosti u teorijskom računarstvu.

S procesom prijava na diplomski studij krenula sam u jesen godinu dana ranije. Prijave sam poslala na nekoliko britanskih sveučilišta, a Oxford mi je bio prvi izbor. Iako u Velikoj Britaniji većina programa kreće u listopadu, rokovi za prijavu na mnogim sveučilištima su gotovo godinu dana ranije, tokom jeseni ili zime prethodne godine. Dokumenti koji se trebaju priložiti uz prijavu obično uključuju CV, motivacijsko pismo, potvrdu o dovoljnoj razini znanja engleskog jezika, te pisma preporuke dvoje ili troje profesora. Profesore je za pisma preporuke dobro kontaktirati nekoliko mjeseci prije roka prijave. Za potvrdu o znanju engleskog jezika potrebno je položiti neki od priznatih ispita, primjerice TOEFL ili IELTS. Korisne informacije o ispitima engleskog jezika i

priprema za iste mogu se naći na stranicama *Instituta za razvoj obrazovanja*. Iako je princip prijava na većini britanskih sveučilišta sličan, neki detalji poput potrebne minimalne ocjene na ispitu iz engleskog jezika i broja pisama preporuke variraju, te se precizne informacije mogu naći na mrežnim stranicama pojedinih sveučilišta.



Nakon što sam 2012. završila magisterij, iste godine upisala sam doktorat iz računarstva na Oxfordu. U Velikoj Britaniji diplomski studij matematike u pravilu traje jednu godinu, dok u Hrvatskoj dvije godine. Moje područje doktorata je *computational learning theory* – grana matematike koja se bavi dizajnom i analizom algoritama strojnog učenja. Prijavi za doktorat trebala sam priložiti Research Proposal u kojem sam ukratko opisala temu kojom se planiram baviti na doktoratu. Navela sam konkretne probleme koje bih htjela istraživati te literaturu na koju bi se moj doktorat nadovezivao. Prije same prijave na doktorat na nekom sveučilištu dobro je istražiti potencijalne mentore na tom sveučilištu, te ih po mogućnosti kontaktirati jer su oni izvor mnogih korisnih informacija.

### Koje su specifičnosti života i studija u Oxfordu?

Oxford je prekrasan grad, bogat tradicijom. Neki od najstarijih europskih muzeja, knjižnica i koncertnih dvorana nalaze se tamo. Sveučilište Oxford raspoređeno je centrom grada, a brojne tamniji povijesne zgrade su u vlasništvu sveučilišta.

Sveučilište Oxford, baš kao i neka druga starija britanska sveučilišta – primjerice Cambridge i Durham, sastoji se od nekoliko desetaka collegea. Collegei su nezavisne, samoupravne jedinice unutar Sveučilišta. Na Oxfordu se nalazi ukupno 38 collegea, a svaki student član je jednog



od njih. Collegei su zaduženi za biranje i primanje studenata preddiplomskih studija, te za biranje studenata diplomskih studija nakon što ih primi Sveučilište. College pruža studentima smještaj, prehranu, knjižnice, te prostore za sport i društvene aktivnosti.

Na Sveučilištu Oxford djeluju brojne studentske udruge, od onih akademske tematike, do nacionalnih i sportskih udruga. Od interesa za naše studente je *Oxford South Slavic Society* koja okuplja studente Hrvatske, Slovenije, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i Makedonije. Najpopularniji sport na Oxfordu je veslanje, kojim se bavi velik broj studenata. Jedno od najgledanijih sportskih događanja svake godine je utrka između Oxforda i Cambridgea (eng. *Oxford and Cambridge Boat Race*) koja se odvija u proljeće na rijeci Temzi u Londonu.

### Prikažite nam malo matematike po Vašem izboru.

Vjerojatnosna metoda (eng. *probabilistic method*) je fascinantna i učinkovita metoda za dokazivanje egzistencije matematičkih objekata s određenim svojstvima bez da ih se eksplicitno konstruira. Iako se bazira na vjerojatnosti, vjerojatnosna metoda se često koristi za dokazivanje svojstava kombinatornih struktura koje su u potpunosti determinističke!

Ukoliko želimo dokazati egzistenciju matematičkog objekta s određenim svojstvima, jedna metoda je naći konkretan primjer takvog objekta. Međutim, to je u mnogim situacijama vrlo teško. Umjesto toga, postojanje objekta, bez da nađemo konkretan primjer, možemo dokazati vjerojatnosnom metodom na sljedeći način. Definirajmo odgovarajući vjerojatnosni prostor nad svim mogućim objektima tog tipa. Ukoliko je vjerojatnost da slučajno odabran objekt iz tog prostora zadovoljava tražena svojstva strogo pozitivna, tada objekt s traženim svojstvima nužno postoji.

Sada ću u jednom jednostavnom primjeru pokazati kako se vjerojatnosna metoda može primijeniti u dokazivanju postojanja pravog 2-bojanja određenih skupova, pri čemu je 2-bojanje dodijeljivanje jedne od moguće dvije boje (primjerice crvene i plave) svakom elementu danog skupa. Prije nego prijeđemo na primjer, uvedimo potrebnu terminologiju i notaciju. Za skup kažemo da je monokromatski ukoliko je svim njegovim elementima dodijeljena ista boja. Za proizvoljan događaj  $E$ , sa  $Pr(E)$  označavamo vjerojatnost (eng. *probability*) događaja  $E$ .

**Primjer.** Dan je skup  $S$  i njegovi podskupovi  $S_1, \dots, S_n$  takvi da je, za svaki  $i$ ,  $|S_i| = n$ . Ako je  $m < 2^{n-1}$ , tada postoji 2-bojanje skupa  $S$  takvo da niti jedan od skupova  $S_i$  nije monokromatski.

Evo skice dokaza ove tvrdnje. Svakom elementu skupa  $S$  dodijelimo slučajnu boju: crvenu s vjerojatnošću  $\frac{1}{2}$  i plavu s vjerojatnošću  $\frac{1}{2}$ , nezavisno od ostalih elemenata. Tada za svaki  $i$  vrijedi

$$\begin{aligned} Pr(S_i \text{ je monokromatski}) &= Pr(\text{svi elementi } S_i \text{ su plavi}) + Pr(\text{svi elementi } S_i \text{ su crveni}) \\ &= \frac{1}{2^n} + \frac{1}{2^n} = \frac{1}{2^{n-1}}. \end{aligned}$$

Koristeći  $\sigma$ -subaditivnost vjerojatnosti, imamo

$$Pr(\exists i : S_i \text{ je monokromatski}) \leq \sum_i Pr(S_i \text{ je monokromatski}) = m \cdot \frac{1}{2^{n-1}} < 1.$$

Vjerojatnost da niti jedan  $S_i$  nije monokromatski je stoga strogo veća od 0. Dakle, traženo 2-bojanje skupa  $S$  postoji.